

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-217226

(43)Date of publication of application : 07.08.1992

(51)Int.Cl.

G02F 1/035

G02B 6/12

(21)Application number : 02-403952

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 19.12.1990

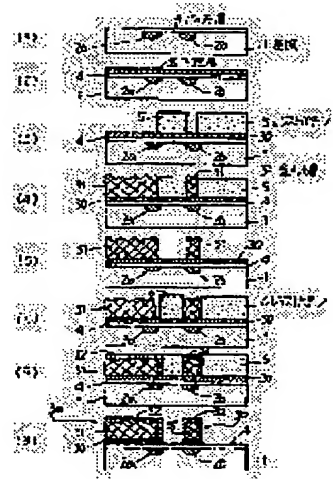
(72)Inventor : YAMANE TAKASHI  
KIYONO MINORU

## (54) MANUFACTURE OF LIGHT GUIDE PATH TYPE DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve performance and quality of a light guide path type device by improving close adhesion to a substrate of a control electrode, for instance, traveling-wave electrode used for the device, further reducing a radiation loss and the other loss of a microwave signal according to increase of a transmitting speed, and preventing the signal from its attenuation, in the case of constituting the light guide path type device such as a light modulator and a light switch of high frequency band by using the substrate having an electrooptical effect.

**CONSTITUTION:** In the case of manufacture for a light guide path type device in which at least a light guide path 2 and an electrode 3 for controlling light propagated in this light guide path 2 are provided on a substrate 1, after a thick gold plating layer 31 of large grain size is formed as a lower layer of the above-mentioned controlling electrode 3, a thin gold layer 32 of small grain size is formed on the layer 31.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**THIS PAGE BLANK (USFTO)**

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USFTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-217226

(43) 公開日 平成4年(1992) 8月7日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/035		8106-2K		
G 0 2 B 6/12	J	7036-2K		
	M	7036-2K		

審査請求 本請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平2-403952

(22) 出願日 平成2年(1990)12月19日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 山根 隆志

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 清野 實

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

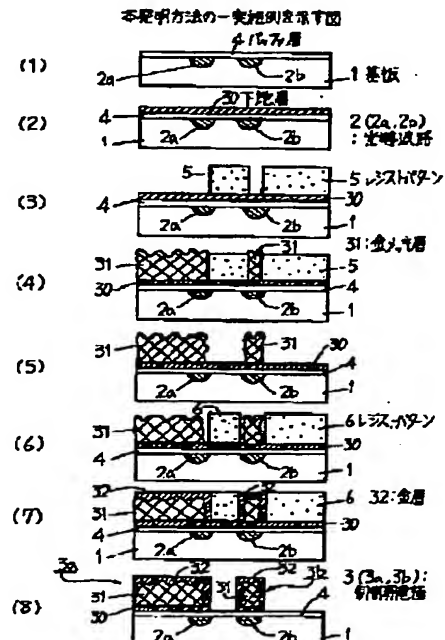
(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

(54) 【発明の名称】 光導波路型デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は新規な光導波路型デバイスの製造方法に関し、とくに、電気光学効果を有する基板を用いて高周波数帯の光変調器や光スイッチなどの光導波路型デバイスを構成する際に、それに用いる制御用電極、たとえば、進行波電極の基板との密着性をよくし、かつ、伝送速度の高速化にともなうマイクロ波信号の放射損その他の損失を低減させ信号の減衰を防止して光導波路型デバイスの性能、品質を向上させることを目的とする。

【構成】 基板1上に光導波路2と該光導波路2を伝播する光を制御する制御用電極3とが少なくとも設けられた光導波路型デバイスの製造方法において、前記制御用電極3の下層として粒径が大きい厚い金メッキ層31を形成したあと、その上に粒径が小さい薄い金層32を形成するように光導波路型デバイスの製造方法を構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板(1)上に光導波路(2)と該光導波路(2)を伝播する光を制御する制御用電極(3)とが少なくとも設けられた光導波路型デバイスの製造方法において、前記制御用電極(3)の下層として粒径が大きい厚い金メッキ層(31)を形成したあと、その上に粒径が小さい薄い金層(32)を形成することを特徴した光導波路型デバイスの製造方法。

【請求項2】 前記粒径が小さい薄い金層(32)が、メッキ、または、真空蒸着により形成されることを特徴とした請求項1記載の光導波路型デバイスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光導波路型デバイスの製造方法に関する。詳しくは、電気光学効果を有する基板を用いて高周波数帯の光変調器や光スイッチなどの光導波路型デバイスを構成する際に、それに用いる制御用電極、たとえば、進行波電極の基板との密着性をよくし、かつ、伝送速度の高速化にともなうマイクロ波信号の放射損その他の損失を低減させ、信号の減衰を防止するようにした光導波路型デバイスの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光ファイバやレーザ光源の進歩・発達に伴い、光通信をはじめ光技術を応用した各種のシステム、デバイスが実用化され広く利用されるようになる一方で、その高度技術開発、とくに、最近の光通信システムの高速化の要求から、光導波路型デバイスを用いて光信号を高速で制御する技術、たとえば、高速光変調技術が必要になってきた。

【0003】 たとえば、1.6 Gbps程度までの低速光通信システムにおいては、レーザダイオード(LD)を直接変調する方式を用いてきたが、変調周波数がより高くなると、変調光波長の時間的微小変動、いわゆる、チャープ現象や光ファイバの分散特性などのために高速化と長距離通信への限界が生じる。

【0004】 一方、高速光変調方式としては半導体レーザ光を外部で変調する外部変調方式がよく知られている。とくに、電気光学効果を有する基板上に分岐光導波路を設け、信号電極(制御用電極)；たとえば、進行波信号電極を用いて駆動するマッハツエンダ型外部変調器が有力視されている。

【0005】 図3は光導波路型デバイスの例を示す図で、マッハツエンダ型外部変調器を例として図示しており、同図(イ)は上面図(基板上の電極、導波路配置)、同図(ロ)は同図(イ)のA-A'断面図である。

【0006】 図中、1はLiTaO<sub>3</sub>などの電気光学効果を有する基板、2は光導波路で光入射端と光出射端との間に分岐光導波路2aおよび2bが形成されている。この光導波路は通常基板の表面にTiなどの金属を光導波路部分だけ

に選択的に拡散させ、その部分の屈折率を回りの部分よりも少し大きくするようにしてある。

【0007】 3a, 3bは光を変調する制御用電極、4は光導波路上の電極金属層への光の吸収を小さくするためのパツファ層で、通常、SiO<sub>2</sub>などの薄膜が用いられている。制御用電極3a, 3bはパツファ層4を介して光導波路上に、Auなどの金属を蒸着あるいはめっきによって形成している。

【0008】 いま、半導体レーザ101からの直流光が左側の光入射端から光導波路2に入り分岐光導波路2a, 2bの分岐点で2つに分けられ、分岐光導波路2a, 2bを通過する間に、制御用電極3a, 3bに制御用電源100から変調信号電圧を印加すると、基板上に設けられた前記分岐光導波路2a, 2bにおける電気光学効果によって分岐された両光に位相差が生じる。

【0009】 この両光を再び合波点で合流させて、右側の光導波路2の光出射端から変調された光信号出力を取り出し、光検知器102で受光して電気信号に変換するように構成されている。前記分岐光導波路2a, 2bにおける両光の位相差が0および $\pi$ になるように駆動電圧を印加すれば光信号出力はON-OFFのパルス信号として得られる。なお、R<sub>r</sub>は終端抵抗である。

【0010】 図4は従来の電極形成方法の例を示す図で、主な工程を順を追って図示したものである。以下その概略を説明する。工程(1):たとえば、LiTaO<sub>3</sub>からなる基板1に所定の寸法、形状の光導波路2(2a, 2b)を、たとえば、Ti拡散法で形成したあと、パツファ層4として、たとえば、SiO<sub>2</sub>膜をスパッタ形成する。

【0011】 工程(2):上記処理基板の上に下地層30として、たとえば、厚さ150nmの金(Au)を蒸着する。工程(3):上記処理基板の制御用電極の形成領域以外の部分に厚さ10 $\mu$ m程度のレジストパターン5'を図示したごとく形成する。

【0012】 工程(4):上記処理基板の前記レジストパターン5'が形成されていない下地層30の上に、ストレスが生じない金メッキ層、たとえば、粒径の大きな金メッキ層からなる制御用電極3'a, 3'bを形成する。このような粒径の大きい厚い金メッキ層は、たとえば、液温65℃のシアン系金メッキ液を用い3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で30分程度電気メッキして形成される。

【0013】 工程(5):上記処理基板のレジストパターン5'を適当な剥離液で除去する。工程(6):上記処理基板を、たとえば、沃素と沃化カリウムの混合水溶液の中で30秒程度エッチングして、制御用電極の形成領域以外の部分の下地層30のAuを溶解除去して、光導波路型デバイス、たとえば、マッハツエンダ型光変調器が形成されている。なお、このとき制御用電極3'a, 3'bのAuのエッチング量はごく僅かであり無視してよい。

## 【0014】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来の制

制御電極3' (3'a, 3'b) はデバイス特性をよくするために10 $\mu$ m以上の厚さに形成する必要がある、したがって、形成された膜にストレスが生じていると基板1から剥離する。これを避けるために前記したように粒径の大きな、たとえば、数 $\mu$ mの粒径をもつように金メッキ層を施している。その結果、形成された金メッキ層の表面、すなわち、制御電極3' (3'a, 3'b) の表面は大きな凹凸が生じてしまい、そこに流れるマイクロ波、とくに、最近の数10GHz以上といった高周波信号の放射損や伝送損が無視できない大きさとなり、高周波用光導波路型デバイスの性能・品質を損なうなどの問題が生じておりその解決が求められている。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】上記の課題は、基板1上に光導波路2と該光導波路2を伝播する光を制御する制御電極3とが少なくとも設けられた光導波路型デバイスの製造方法において、前記制御電極3の下層として粒径が大きい厚い金メッキ層31を形成したあと、その上に粒径が小さい薄い金層32を形成する光導波路型デバイスの製造方法によって解決することができる。具体的には、前記粒径が小さい薄い金層32を、メッキ、または、真空蒸着により形成するようにすればよい。

#### 【0016】

【作用】本発明によれば、制御電極3の下層として粒径が大きい厚い金メッキ層31を設けているので、全体としてストレスが小さく基板1からの剥離が生じる恐れはない。しかも、その表面は粒径が小さい薄い金層32で覆ってあるので、滑らかな表面が得られ、とくに、超高周波帯の電気信号の放射損や伝送損が大きく低減されるのである。

#### 【0017】

【実施例】図1は本発明方法の一実施例を示す図で、主な工程を順を追って図示したものである。以下その概略を説明する。なお、前記の諸図面で説明したものと同等の部分については同一符号を付し、かつ、同等部分についての説明は省略する。

【0018】工程(1):基板1には、たとえば、大きさ40mm $\times$ 2mm、厚さ1mmのLiNbO<sub>3</sub>のZ板の表面を鏡面研磨して使用する。この基板の上にTiを約100nmの厚さに真空蒸着し分岐光導波路2aおよび2bを含む光導波路2に相当する部分にTiが残るように通常のホトエッチング法で処理したのち、湿気(H<sub>2</sub>O)を含んだ酸素中で、約1050°C、10時間加熱しTiをLiNbO<sub>3</sub>中に熱拡散させて光導波路2を形成する。分岐光導波路部分の長さは25mm、光導波路の幅は7 $\mu$ mになるように調整し、分岐光導波路2aおよび2bの間隔は約15 $\mu$ mとし、分岐部の角度は2°程度に形成する。次いで、バッファ層としてSiO<sub>2</sub>膜を500nmの厚さにスパッタ法で形成する。

【0019】工程(2):上記処理基板の上に下地層30として、たとえば、厚さ150nmの金(Au)を蒸着する。工程

(3):上記処理基板の制御電極の形成領域よりも、やや広く、たとえば、2 $\mu$ m位広い部分に厚さ10 $\mu$ m程度のレジストパターン5を図示したごとく形成する。

【0020】工程(4):上記処理基板の前記レジストパターン5が形成されていない下地層30の上に、ストレスが生じない金メッキ層、たとえば、粒径の大きな厚い金メッキ層31をレジストパターン5の高さと同程度に形成する。このような粒径の大きい厚い金メッキ層は、たとえば、液温65°Cのシアン系金メッキ液を用い3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で30分程度電気メッキして形成される。

【0021】工程(5):上記処理基板のレジストパターン5を適当な剥離液で除去する。工程(6):上記処理基板の制御電極の形成領域以外の部分に、前記金メッキ層31よりもやや厚く、たとえば、2 $\mu$ m程度厚くレジストパターン6を図示したごとく形成する。このようなレジストパターンはレジスト塗布時に、たとえば、スピナーの回転数を遅くして形成すればよい。

【0022】工程(7):上記処理基板の前記金メッキ層31の表面に、粒径が小さい薄い金層32を、たとえば、電気メッキにより2 $\mu$ m程度の厚さに形成する。このような粒径が小さい薄い金メッキ層は、たとえば、液温65°Cのノンシアン系金メッキ液を用い3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で6分程度電気メッキして形成できる。この時、金メッキ層31とレジストパターン6の間の隙間は金層32で埋まって、所定寸法の制御電極3(3a, 3b)が形成される。

【0023】工程(8):上記処理基板のレジストパターン6を適当な剥離液で除去したあと、たとえば、沃素と沃化カリウムの混合水溶液の中で30秒程度エッチングして、制御電極の形成領域以外の部分の下地層30のAuを溶解除去すれば、本発明による光導波路型デバイス、たとえば、マッハツエンダ型光変調器が作製される。

【0024】なお、このとき制御電極3(3a, 3b)のAuのエッチング量はごく僅かであり無視してよい。このようにして作製された光導波路型デバイスは制御電極3の剥離が生じることがなく、しかも、その表面は粒径が小さい薄い金層32で覆ってあるので、滑らかな表面が得られ、とくに、超高周波帯の電気信号の放射損や伝送損が大巾に低減される。

【0025】図2は本発明方法の他の実施例を示す図で、主な工程を順を追って図示したものである。以下その概略を説明する。工程(1):図4に示した従来例の工程(1)~(3)までと同様のプロセスにより、基板1に光導波路2(2a, 2b)を形成し、その上にバッファ層4、下地層30を形成したあと、制御電極の形成領域以外の部分に厚さ10 $\mu$ m程度のレジストパターン5'を図示したごとく形成する。

【0026】工程(2):上記処理基板の前記レジストパターン5'が形成されていない下地層30の上に、ストレスが生じない金メッキ層、たとえば、粒径の大きな金メッキ層からなる制御電極31を形成する。このような粒径の

5

大きい厚い金メッキ層は前記一実施例で説明した方法に準じて形成すればよい。

【0027】工程(3):上記処理基板のレジストパターン5'を適当な剥離液で除去する。工程(4):上記処理基板を、たとえば、沃素と沃化カリウムの混合水溶液の中で30秒程度エッチングして、制御用電極の形成領域以外の部分の下地層30のAuを溶解除去する。

【0028】工程(5):上記処理基板の前記金メッキ層31の表面に、粒径が小さい薄い金層32を、たとえば、電気メッキにより2~3 $\mu$ m程度の厚さに形成する。このように粒径が小さい薄い金メッキ層は、たとえば、液温65℃のノンシアン系金メッキ液を用い3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で6分程度電気メッキして形成できる。

【0029】これにより前記一実施例の場合と同様に本発明方法になる光導波路型デバイスが作製される。本実施例の場合は前記一実施例の場合に比較してレジスト処理が一回少なくて済むと言う利点がある。

【0030】以上の実施例ではマッハツエンダ型光変調器の場合を例にして示したが、その他各種の光導波路型デバイスに適用できることは言うまでもない。また、上記実施例は例を示したもので本発明の趣旨に反しない限

6

り、使用する素材や細部のプロセスなど適宜他のものを選択使用してよいことは勿論である。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば制御用電極3の下層として粒径が大きい厚い金メッキ層31を設けているので、全体としてストレスが小さく基板1からの剥離が生じる恐れはない。しかも、その表面は粒径が小さい薄い金層32で覆ってあるので、滑らかな表面が得られ、とくに、超高周波帯に使用する光導波路型デバイスの電気信号の放射損や伝送損の低減など性能、品質の向上に寄与するところが極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法の一実施例を示す図である。

【図2】本発明方法の他の実施例を示す図である。

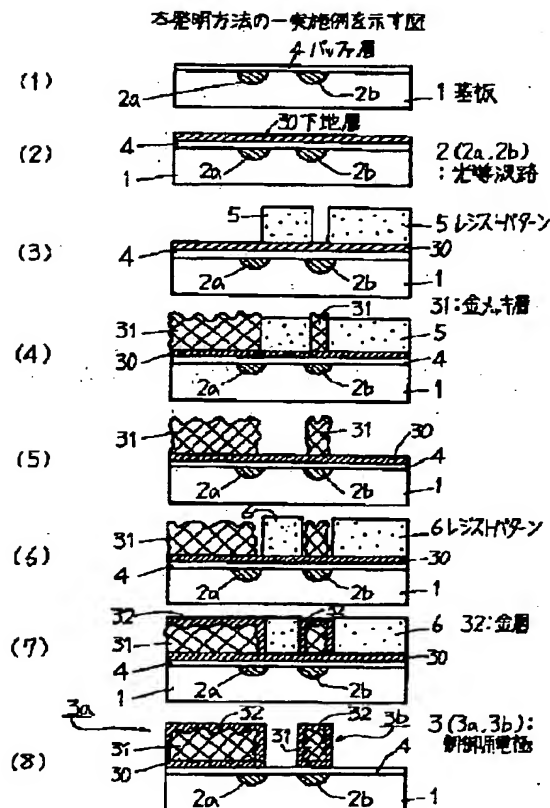
【図3】光導波路型デバイスの例を示す図である。

【図4】従来の電極形成方法の例を示す図である。

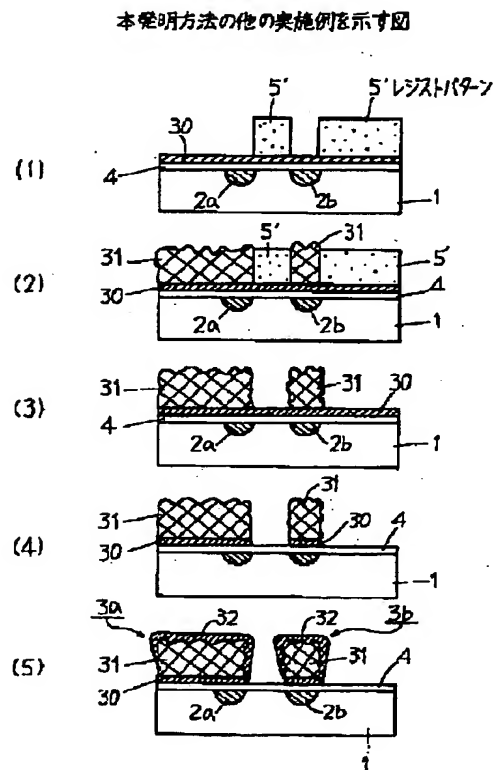
【符号の説明】

1は基板、2(2a, 2b)は光導波路、3(3a, 3b)は制御用電極、4はパツファ層、5, 5', 6はレジストパターン、30は下地層、31は金メッキ層、32は金層、

【図1】



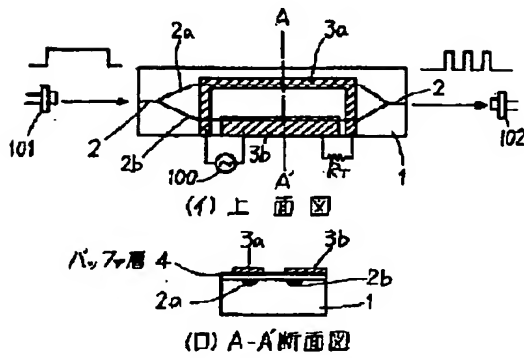
【図2】





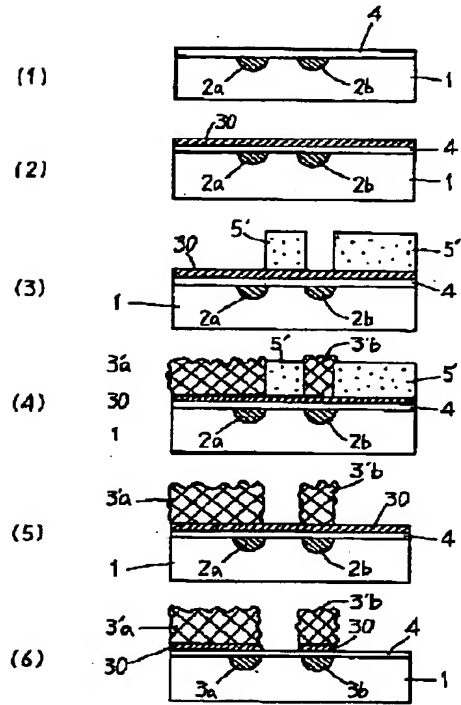
【図3】

光導波路型デバイスの例を示す図



【図4】

従来の製造方法の例を示す図



THIS PAGE BLANK (USFTO)